

Ntransport to Zero. <https://teco2030.no/wp-content/uploads/2021/05/TECO-2030-ASA-Company-Presentation-May-2021-2.pdf>.

### Ship Power Engineering Current Status And Possible Development Directions

**Korobko V.V.** Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Operation of Ship Power Plants and Thermal Power Engineering, of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

**Abstract.** The paper examines the current state of ship power engineering. The requirements of international professional organizations that determine further ways of development of shipping and ship energy are analyzed. Based on the results, a forecast was made regarding the possible directions of development of ship power plants and tasks for professional educational institutions.

**Key words:** Ship power plants, IMO, environment, emissions, GHG.

УДК 629.5.015.2, 629.5.03

### ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ В РОЗРАХУНКАХ ХОДОВОСТІ БАРЖО-БУКСИРНИХ СОСТАВІВ

**Король Ю.М.** кандидат технічних наук, доцент, професор НУК, керівник ННЦГ,  
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,  
м. Миколаїв, Україна, [yuriy.korol@nuos.edu.ua](mailto:yuriy.korol@nuos.edu.ua)

**Дєдов С.М.** керівник миколаївської філії Trans Ship Design Corporation,  
м. Миколаїв, Україна, [dedov@transship-design.ua](mailto:dedov@transship-design.ua)

**Корнелюк О.М.** старший викладач кафедри управління судном,  
Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна, [olganikkornelyuk@gmail.com](mailto:olganikkornelyuk@gmail.com)

**Анотація.** Наведено результати визначення за допомогою CFD методів опору буксиру, баржо буксирних составів та виконання робіт з проектування рушійного комплексу буксира проекту T2012 в CAD, CAE системі SolidWorks.

**Ключові слова:** визначення опору буксиру, баржо буксирних составів, проектування рушійного комплексу буксира проекту T2012, CFD методи, CAD, CAE система SolidWorks.

**Вступ.** Суттєвою особливістю проектування рушійного комплексу буксирів і, зокрема, буксира T2012 є визначення розрахункового складу баржо буксирного составу, для чого необхідно виконати розрахунки опору як окремих складових составу, так і багатьох варіантів компоновки цих складових з урахуванням їх гідродинамічної взаємодії. На сьогоднішній день існує декілька підходів для розв'язування таких задач.

*Перший підхід* – використання накопиченої інформації по прототипах і виконання на її основі наближених розрахунків [1,2]. Якщо проект не дуже відрізняється від прототипу, то такі розрахунки можуть дати цілком прийнятний результат. В випадку, що розглядається буксир проекту T2012 не має прототипів, тому результати таких розрахунків можуть давати суттєві похибки не сумісні з вимогами до точності проектних розрахунків.

*Другий підхід* – визначення опору по результатах модельних випробувань в науково-дослідних басейнах. Цей метод до недавнього часу був єдиним джерелом інформації по опору буксирів і баржо буксирних составів. Досвід використання цього методу довів, що перерахунок на натуру результатів моделювання може бути не зовсім коректним і давати суттєві похибки [1].

*Третій підхід* – оснований на використанні чисельних методів обчислювальної гідродинаміки реалізованих в спеціальних CFD [5] програмних комплексах. Саме цей підхід використовується в наступному дослідженні з використанням CAD, CAE систем SolidWorks,

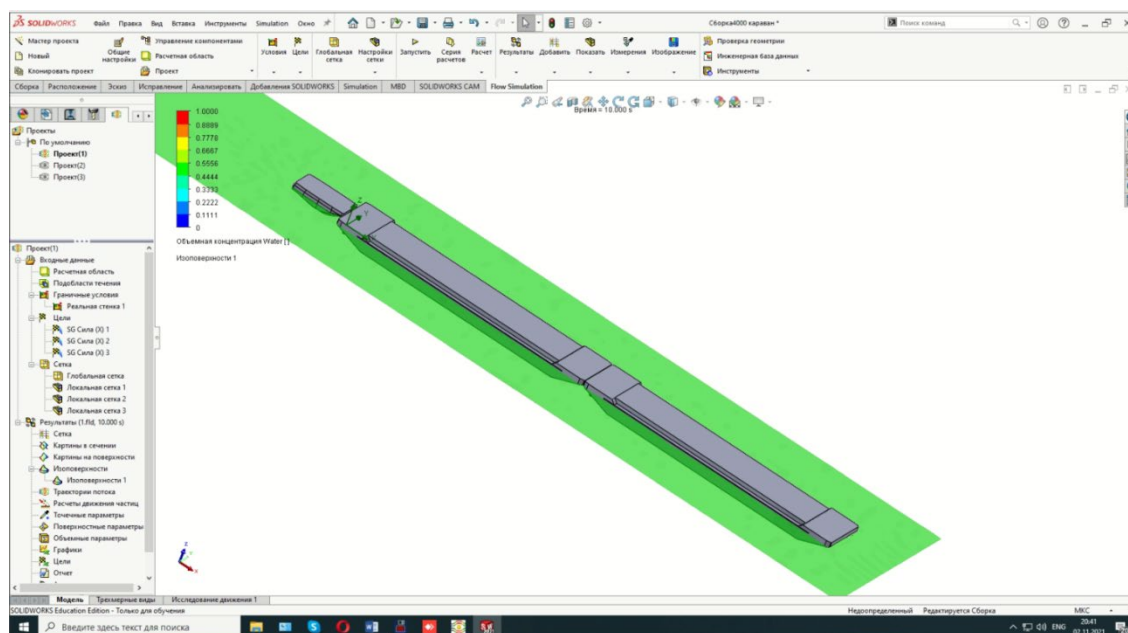
Flow Simulation, Free Ship+, GSS3D, GSP3D, GSN3D, Get Data Graph Digitizer, Advanced Grapher. Для реалізації цього методу необхідно створити 3D моделі натурних об'єктів дослідження, побудувати проекти і виконати досить великий обсяг розрахунків.

**Основна частина.** Дослідження виконувалося в декілька етапів. На *першому етапі* здійснювалася побудова 3D моделей буксиру T2012, барж проектів D4000, D6000 та варіантів баржо буксирних составів при кільватерному і бортовому з'єднанні. Основою для побудови було обрано теоретичні креслення, які за допомогою Get Data Graph Digitizer оцифровувалися і відображалися в Advanced Grapher у безрозмірному вигляді 2D кривих шпангоутів, батоксів і ватерліній. Далі за допомогою програми GSS3D відбувалося масштабування і створення 3D моделей цих кривих, які в системі SolidWorks перетворювалися спочатку на модель суднової поверхні, а потім на тверде тіло. Варіанти побудованих 3D моделей наведено в табл.1.

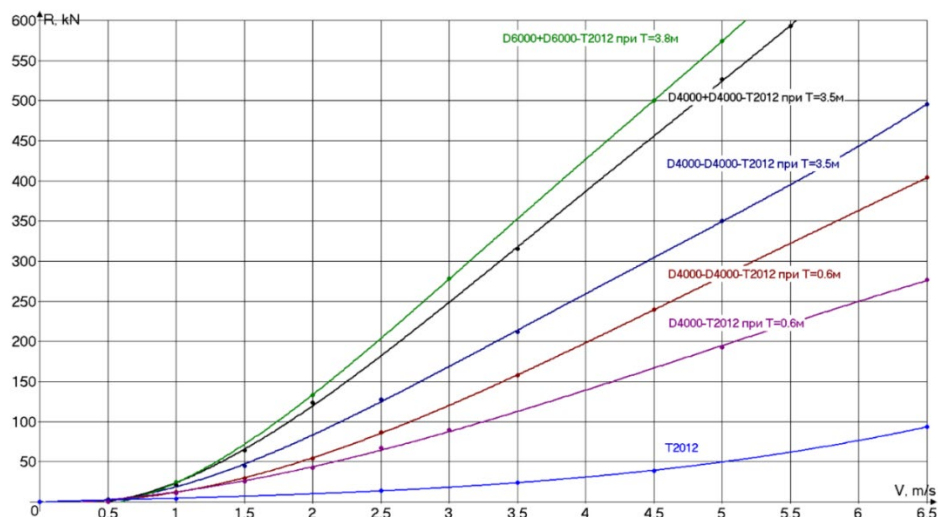
**Таблиця 1** – Варіанти 3D моделей буксиру, барж і составів

| № | 3D модель                        | №  | 3D модель                                |
|---|----------------------------------|----|------------------------------------------|
| 1 | (T2012) <sub>T=2.5</sub>         | 8  | (D4000 - D4000) <sub>T=3.5</sub> - T2012 |
| 2 | (D4000) <sub>T=3.5</sub>         | 9  | (D6000 - D6000) <sub>T=3.8</sub> - T2012 |
| 3 | (D6000) <sub>T=3.8</sub>         | 10 | (D4000 + D4000) <sub>T=3.5</sub> - T2012 |
| 4 | (D4000 - D4000) <sub>T=3.5</sub> | 11 | (D6000 + D6000) <sub>T=3.8</sub> - T2012 |
| 5 | (D6000 - D6000) <sub>T=3.8</sub> | 12 | (D4000) <sub>T=0.6</sub> - T2012         |
| 6 | (D4000 + D4000) <sub>T=3.5</sub> | 13 | (D4000 - D4000) <sub>T=0.6</sub> - T2012 |
| 7 | (D6000 + D6000) <sub>T=3.8</sub> | 14 | (D4000 + D4000) <sub>T=0.6</sub> - T2012 |

На *другому етапі* за допомогою CAE модуля Flow Simulation системи SolidWorks здійснюється [5] визначення опору зазначених у табл.1 варіантів 3D моделей. На рис.1, в якості прикладу, наведена картина вільної поверхні для 8 варіанту, а на рис.2 – криві опору руху.



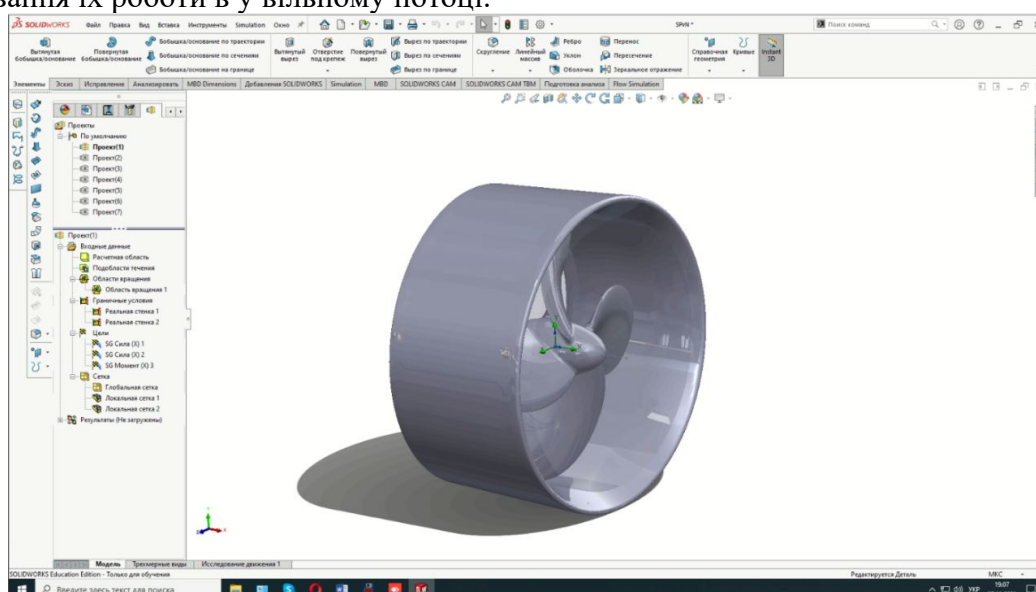
**Рисунок 1** – Зображення вільної поверхні на швидкості 3.5 м/с



**Рисунок 2** – Залежність опору руху буксира та баржо буксирних составів від швидкості руху в м/с

На *третьому етапі* здійснюється проектування рушійного комплексу буксира T2012. Розрахунковим режимом було обрано 8 варіант комплектації по табл.1. Розрахунок гребного гвинта баржо буксирного составу D4000 – D4000 – T2012 виконується за допомогою програми Free!Ship Plus [4], причому опір руху в діапазоні від 2 до 6 вузлів знімається з діаграми рис.2, коефіцієнти взаємодії  $Wt = 0.166$ ,  $t = 0.120$  визначені за допомогою інженерної методики [1]. Оскільки потужність головних двигунів  $2 \times 500$  кВт і діаметр гребного гвинта  $D = 1.600$  м задано замовником, то частота обертів, та його потрібні характеристики визначаються за допомогою методу поступових наближень. Отримано наступні характеристики гребного гвинта в насадці: Тип - FPP NT-4-75;  $D = 1.599$  м;  $P/D = 0.819$ ;  $A_e/A_o = 0.750$ ;  $Z = 4$ ;  $J = 0.203$ ;  $K_t = 0.255$ ;  $10 \cdot K_q = 0.239$ ;  $ETAd = 0.363$ ;  $e/D = 0.060$ ;  $dh/D = 0.200$ ;  $H_i = 0.0^\circ$ ;  $n = 400$  об/хв. Також виконано розрахунок і побудову паспортної діаграми, яка підтвердила розрахункову швидкість 8-го варіанту баржо буксирного составу в 5.042 вуз. і 6.02 вуз. для варіанту 12.

На *четвертому етапі* за допомогою авторських програм [3] GSP3D, GSN3D здійснено побудову 3D моделей гребних гвинтів в насадках. З метою верифікації і модернізації здійснено моделювання їх роботи в у вільному потоці.



**Рисунок 3** – Загальний вигляд 3D моделі гвинта в насадці в модулі Flow Simulation

**Висновки.** При проектуванні барж слід уникати спрощених обводів, наприклад обводів типу «сані», тому що економія на будівельній вартості їх корпусу не компенсується суттєвим зростанням експлуатаційних витрат за рахунок плохого обтічності і зростання опору руху. Пропонується збільшити діаметр гребного гвинта до  $D = 2.0$  м, що дасть змогу уникнути ризику виникнення кавітації, підвищити ККД до 0.437 та швидкість руху під час штовхання розрахункового баржо буксирного составу з 5.042 до 5.401 вузла.

#### ЛІТЕРАТУРА

- [1] Ваганов Е.И., Воронин В.Ф., Шанчурова В.К. Тяга судов, -М.: Транспорт, 1986, 199с.
- [2] Справочник по теории корабля / Войткунский Я.И., -Л.: Судостроение 1985, т.1, 764с.
- [3] Король Ю.М. Разработка и использование программного обеспечения для мультипараметрической генерации 3D моделей гребных винтов. -: НУК, Миколаїв, Інновації в суднобудуванні та океанотехніці, МНТК, 2018, с.296-298.
- [4] Інтернет ресурс <http://hydro.ucoz.net/index.html>,
- [5] Інтернет ресурс <https://www.solidworks.com>

#### The Use Of Modern Methods In The Calculations Of Barge Performance Of Towing Equipment

Korol Yu.M., Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine,

Dedov S.M. Trans Ship Design Corporation, Mykolaiv, Ukraine

Kornelyuk O.M. Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine,

**Abstract.** The results of determination using CFD methods of tug resistance, barge towing units and execution of work on the design of the propulsion complex of the T2012 tug in the CAD, CAE SolidWorks system are given.

**Keywords:** determination of resistance of the tug, barge towing trains, design of the propulsion complex of the T2012 project tug, CFD methods, CAD, CAE SolidWorks system.

УДК 005.8: 338.28

#### ТЕХНОЛОГІЧНА ПЛАТФОРМА SHIPBUILDING 4.0: ВИКЛИКИ ДО СУДНОБУДІВНОЇ ОСВІТИ

**Слободян С.О.**

*кандидат технічних наук, професор*

*проректор Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*

*slo71nuos@gmail.com*

**Харитонов Ю.М.**

*доктор технічних наук, професор*

*керівник навчально-наукового центру морської інфраструктури Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*

*м. Миколаїв, Україна*

*kharytonov888@gmail.com*

**Анотація.** Розглянуті основні складові технологічної платформи Shipbuilding 4.0. Показано, що її запровадження на суднобудівних підприємствах потребує, перш за все, підготовки фахівців з її відповідних напрямків. Запропоновано заходи щодо адаптації діяльності університету за умов започаткування на суднобудівних підприємствах України ідеології технологічної платформи Shipbuilding 4.0.

**Ключові слова:** суднобудування; технологічна платформа Shipbuilding 4.0; суднобудівна освіта.